

ANALISIS POTENSI ENERGI ANGIN SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK UNTUK MENGGERAKKAN POMPA AIR DI AREAL PERSAWAHAN DESA BLANG KRUENG KECAMATAN BAITUSSALAM

Mukhrizal¹, Teuku Zulfadli², Andi Mulkan³
Department of Mechanical Engineering, University Iskandarmuda
email: rijalmuhk_@gmail.com
zoel_mo4@yahoo.co.id

Abstrak

Perkembangan taraf hidup manusia yang semakin meningkat tiap tahunnya membuat permintaan akan kebutuhan energi menjadi hal yang penting. Dengan bergantung kepada sumber energi fosil yang hanya akan bertahan selama beberapa puluh tahun dan menghasilkan polusi yang berbahaya bagi atmosfer bumi. Di Indonesia, kecepatan angin berkisar 2 m/s hingga 6 m/s. Dengan karakteristik kecepatan seperti itu, Indonesia dinilai sangat cocok untuk menggunakan pembangkit listrik tenaga angin skala kecil. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar potensi energi angin untuk menggerakkan pompa air di areal pertanian, Manfaat dari penelitian ini diharapkan para petani bisa merasakan sistem pengairan yang lebih baik dengan menggunakan teknologi turbin angin untuk menghasilkan listrik. Dalam penelitian ini prosedur penelitian yang dilakukan adalah pengukuran kecepatan angin dengan menggunakan alat ukur anemometer, pengukuran dilakukan mulai pukul 08.00 – 18.00 WIB, dengan interval waktu 30 menit, pengukuran dilakukan pada saat cuaca cerah agar dapat hasil yang optimal. hasil pengukuran akan direhab dalam bentuk tabel di Microsoft Excel. Dari hasil analisis kecepatan angin rata-rata perbulan pada Bulan April, Mei dan Juni 2019 adalah 2.94 m/s, 3.11 m/s, 2.91 m/s, dan hasil rata-rata pertiga bulan adalah 2.99 m/s dengan temperatur rata-rata 32,07 °C. Dengan mengasumsikan diameter baling-baling 3 meter dan kecepatan angin rata-rata 2.99 m/s, maka energi angin yang dihasilkan adalah sekitar 108,5 Watt nilai kecepatan angin ini dapat dikategorikan untuk penggunaan turbin angin kecepatan rendah (low speed wind turbine) yang beroperasi pada kecepatan 1,7 – 10 m/s.

Kata kunci: Energi Angin, Kecepatan Angin, Turbin Angin, Pompa Air, Energi Terbarukan.

1. PENDAHULUAN

Masyarakat Desa Blang Krueng Kecamatan Baitussalam mayoritas bermata pencaharian sebagai petani dan pekebunan. Namun demikian areal persawahan dan perkebunan tidak didukung oleh sistem pengairan yang baik sehingga petani hanya berharap dari musim penghujan untuk bercocok tanam dan kebutuhan air tetap tidak mencukupi. Solusi yang tepat untuk permasalahan ini adalah dengan menggunakan teknologi berbasis energi baru terbarukan. Dengan adanya Penelitian ini diharapkan masyarakat dapat terbantu dalam permasalahan sistem pengairan yang lebih optimal.

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah berapa besar potensi energi angin di Desa Blang Krueng Kecamatan Baitussalam sebagai sumber listrik untuk menggerakkan pompa air.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar potensi energi angin untuk menggerakkan pompa air di areal pertanian, Manfaat dari penelitian ini diharapkan para petani bisa merasakan sistem pengairan yang lebih baik dengan menggunakan teknologi turbin angin untuk menghasilkan listrik.

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah penulis hanya mengukur kecepatan angin dan temperatur.

2. STUDI LITERATUR

Angin merupakan sumber energi berkelanjutan karena bersifat terbarukan, didistribusikan secara luas dan melimpah. Energi angin sebagai kontribusi dalam mengurangi emisi rumah kaca, karena digunakan sebagai bahan energi alternatif pengganti fosil dalam sistem pembangkit energi listrik. Turbin angin menerima energi kinetik yang dihasilkan oleh angin, dan melalui baling-baling yang terhubung dengan generator, energi angin tersebut dirubah menjadi energi listrik (D.Anggraini, 2016).

Secara ideal kecepatan angin yang menggerakkan kincir angin ada tiga, yaitu kecepatan aliran angin masuk (V_i) atau kecepatan aliran angin menuju blade, kecepatan aliran angin saat mengenai blade (V_a) dan kecepatan aliran angin ketika meninggalkan blade (V_e), yaitu : Angin mempunyai tenaga yang sama besarnya dengan energi kinetik dari aliran angin tersebut (Yulianti et al., 2009), yaitu:

$$P_{tot} = m \cdot KE_i = m \frac{V_i^2}{2} \cdot G_c \quad (W)$$

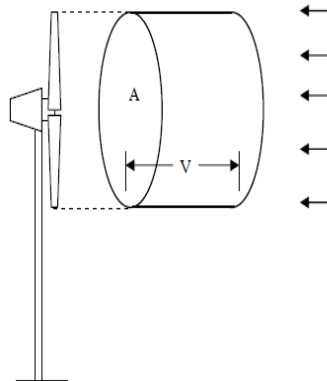
Dimana :

P_{tot} = daya total angin (W)

m = aliran massa angin

V_i = kecepatan angin masuk

G_c = faktor konversi = 1



Gambar. 1 Suatu bidang udara bergerak ke arah turbin angina

daya angin berbanding lurus dengan kerapatan udara, dan kecepatan angin pangkat tiga yang alirannya tidak mengalami gangguan seperti kubik kecepatan angin, seperti persamaan berikut:

$$P_w = \frac{1}{2} A \cdot \rho V^3 \text{ (watt/m}^2\text{)}$$

Dimana:

P_w = Daya dalam angin (Watt/m²)

A = Luas area sapuan rotor SKEA (m²)

ρ = Densitas udara (1,225 kg/m³)

V = Kecepatan angin (m/s)

Daya angin maksimum yang dapat diekstrak oleh turbin angin dengan luas sapuan rotor A adalah:

$$P = \frac{16}{27} \rho A V^3$$

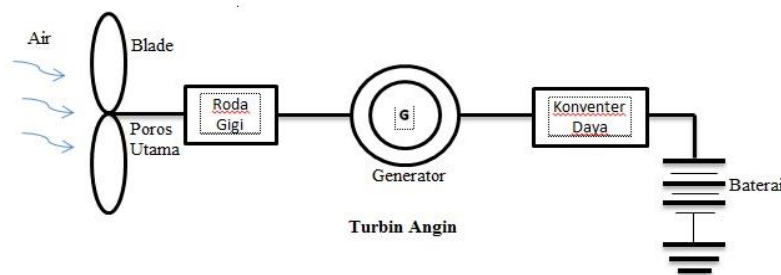
Angka $16/27$ (=59.3%) ini disebut batas Betz (Betz limit, diambil dari ilmuwan Jerman Albert Betz). Angka ini secara teori menunjukkan efisiensi maksimum yang dapat dicapai oleh rotor turbin angin tipe sumbu horisontal. Pada kenyataannya karena ada rugi-rugi gesekan dan kerugian di ujung sudu, efisiensi aerodinamik dari rotor, η rotor ini akan lebih kecil lagi yaitu berkisar pada harga maksimum 0.45 saja untuk sudu yang dirancang dengan sangat baik, maka didapatkan persamaan selanjutnya, yaitu:

$$P = \frac{16}{27} \rho A V^3 \eta$$

Dimana: η = Efisiensi aerodinamis (maksimal 45%)

Turbin angin atau *wind turbine* adalah kincir angin yang digunakan untuk memutar generator listrik dan menghasilkan energi listrik. Prinsip kerja dari turbin angin ini menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang terbarukan yaitu angin (Bachtiar & Hayyatul, 2018).

Prinsip Dasar Konversi Turbin Angin adalah salah satu bentuk energi yang tersedia dalam, pembangkit listrik tenaga angin mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Cara kerjanya cukup sederhana, energi angin yang memutar turbin angin, diteruskan untuk memutar rotor pada generator dibagian belakang turbin angin, sehingga akan menghasilkan energi listrik. Energi Listrik ini biasanya akan disimpan kedalam baterai sebelum dapat dimanfaatkan. Secara sederhana sketsa kincir angin adalah sebagai berikut (Sumiati & Amri, 2014):



Gambar. 2 Skema Konversi energi angin

Daya Turbin, $P = E / \text{satuan waktu}$, ρ merupakan kerapatan udara (kg/m^3), A merupakan penampang udara (m^2), V merupakan kecepatan angin (m/detik). Selanjutnya didapatkan energy yang dihasilkan persatuan waktu adalah (Sam et al., 2005) :

$$P_w = \frac{1}{2} \cdot A \cdot V^3 \cdot \rho$$

Densitas udara ρ menurut Quaschnig, 2005 dapat dilihat pada tabel. 1 dibawah.

Tabel. 1 Densitas Udara

Temperatur ° C	-20	-10	0	10	20	30	40
Densitas $\rho \text{ Kg/m}^3$	1.377	1.324	1.275	1.230	1.188	1.149	1.112

Sumber : (Quaschnig, 2005)

3. METODOLOGI

Di dalam penelitian ini, proses pengambilan data dilakukan di Desa Balang Krueng Kecamatan Baitussalam. Lokasi penelitian merupakan areal persawahan di Desa Blang Krueng, Pengambilan data dilaksanakan dalam tiga bulan berturut-turut yaitu pada bulan April, Mei, Juni Tahun 2019.

Dalam penelitian ini prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

- Sebelum melakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur peneliti harus mengkalibrasi alat ukur, agar memastikan alat ukur bekerja dengan standar yang di izinkan.
- Pengukuran kecepatan angin dengan menggunakan alat ukur anemometer.
- Pengukuran dilakukan mulai pukul 08.00 – 18.00 WIB, dengan interval waktu 30 menit
- Pengukuran dilakukan pada saat cuaca cerah agar dapat hasil yang optimal
- Hasil pengukuran akan direhab dalam bentuk tabel di Microsoft Exel.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel. 2 Data Kecepatan Angin dan Temperatur di Bulan April 2019.

No	Tanggal	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur (°C)
1	02 April 2019	1.97	33.34
2	03 April 2019	2.60	31.27
3	04 April 2019	2.96	32.58
4	06 April 2019	3.10	33.78
5	08 April 2019	2.77	32.39
6	09 April 2019	2.40	32.80
7	10 April 2019	3.10	31.90
8	11 April 2019	2.93	31.50
9	13 April 2019	2.93	31.63
10	16 April 2019	2.92	31.78
11	17 April 2019	3.15	31.33
12	18 April 2019	3.59	32.21
13	22 April 2019	3.03	31.70
14	25 April 2019	3.90	33.97
15	29 April 2019	2.70	33.08
Rata-rata		2.94	32.35

Sumber : Peneletian

Tabel. 3 Data Kecepatan Angin dan Temperatur di Bulan Mei 2019.

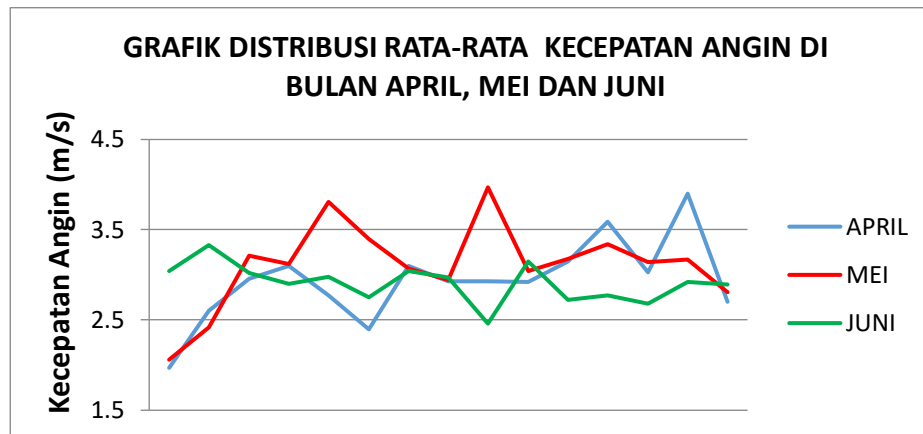
No	Tanggal	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur (°C)
1	01 Mei 2019	2.06	30.86
2	02 Mei 2019	2.42	31.32
3	04 Mei 2019	3.21	32.82
4	06 Mei 2019	3.12	32.54
5	07 Mei 2019	3.81	32.40
6	08 Mei 2019	3.40	32.11
7	09 Mei 2019	3.07	32.46
8	13 Mei 2019	2.94	31.56
9	15 Mei 2019	3.97	32.76
10	16 Mei 2019	3.04	32.79
11	18 Mei 2019	3.18	32.11
12	22 Mei 2019	3.34	32.03
13	23 Mei 2019	3.14	31.80
14	27 Mei 2019	3.17	31.43
15	30 Mei 2019	2.81	32.28
Rata-rata		3.11	32.08

Sumber : Penelitian

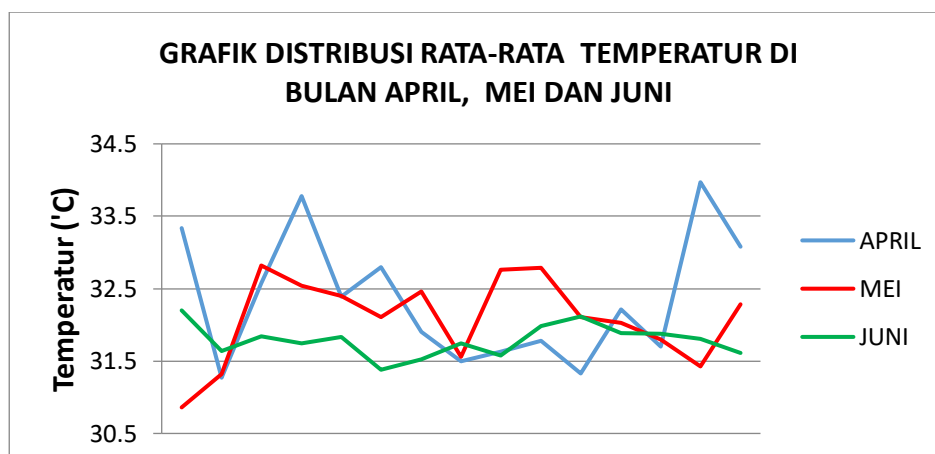
Tabel. 4 Data Kecepatan Angin dan Temperatur di Bulan Juni 2019.

No	Tanggal	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur (°C)
1	02 Juni 2019	3.04	32.20
2	03 Juni 2019	3.33	31.64
3	05 Juni 2019	3.02	31.84
4	08 Juni 2019	2.90	31.74
5	10 Juni 2019	2.98	31.83
6	12 Juni 2019	2.75	31.38
7	13 Juni 2019	3.04	31.52
8	15 Juni 2019	2.97	31.74
9	17 Juni 2019	2.46	31.58
10	18 Juni 2019	3.15	31.98
11	19 Juni 2019	2.72	32.12
12	22 Juni 2019	2.77	31.89
13	25 Juni 2019	2.68	31.88
14	27 Juni 2019	2.92	31.81
15	30 Juni 2019	2.89	31.61
Rata-rata		2.91	31.78

Sumber : Penelitian



Gambar. 3 Grafik Kecepatan Angin Perbulan
Sumber : Penelitian



Gambar. 4 Grafik Temperatur Perbulan
Sumber : Penelitian

Dari Gambar 4.7 diatas dapat dilihat bahwa kecepatan angin rata-rata tertinggi pada Bulan April, Mei dan Juni 2019 berturut-turut adalah 3.9 m/s, 3.81 m/s, dan 3.33 m/s,. Sedangkan kecepatan angin rata-rata terendah berturut-turut selama tiga bulan adalah 1.97 m/s, 2.06 m/s dan 2.46 m/s. Untuk kecepatan angin rata-rata perbulan berturut-turut adalah 2.94 m/s, 3.11 m/s, 2.91 m/s, dan hasil rata-rata pertiga bulan adalah 2.99 m/s dengan temperatur rata-rata 32,07 °C.

Dengan mengasumsikan diameter baling-baling 3 meter dan kecepatan angin rata-rata 2.99 m/s, densitas udara adalah 1.149 kg/m³ berdasarkan tabel 2.1 sebelumnya. Maka energi angin yang dihasilkan adalah :

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2\right) \cdot V^3 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1,149 \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 3^2\right) \cdot (2,99)^3 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1,149 \cdot 7,065 \cdot 26,73 \\ &= 108,5 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka energi listrik yang dihasilkan adalah sekitar 108,5 Watt. Dari persamaan diatas, dapat dilihat bahwa makin tinggi kecepatan angin maka makin besar pula energi yang dihasilkan

Nilai kecepatan angin ini dapat dikategorikan untuk penggunaan turbin angin kecepatan rendah (*low speed wind turbine*) yang beroperasi pada kecepatann 1,7 – 10 m/s.

5. KESIMPULAN

1. Dari penelitian yang telah dilakukan di areal persawahan Desa Blang Krueng Kecamatan Baitussalam, dapat disimpulkan bahwa potensi energi angin di desa tersebut layak untuk dikembangkan sebagai sumber energi listrik untuk penggerak pompa air pada sistem irigasi.
2. Untuk kecepatan angin rata-rata perbulan berturut-turut adalah 2.94 m/s, 3.11 m/s, 2.91 m/s, dan hasil rata-rata pertiga bulan adalah 2.99 m/s
3. Dari hasil rata-rata kecepatan angin adalah 2.99 m/s dengan temperatur. rata-rata 32,07 °C. Dengan mengasumsikan diameter baling-baling 3 meter dan kecepatan angin rata-rata 2.99 m/s, maka energi angin yang dihasilkan adalah sekitar 108,5 Watt, Maka dapat dikategorikan untuk penggunaan turbin angin kecepatan rendah (*low speed wind turbine*) yang beroperasi pada kecepatann 1,7 – 10 m/s Dengan daya output tersebut, maka jenis turbin angin yang digunakan adalah turbin angin horizontal (*Horizontal Axis Wind Turbine*) dengan 3 sudu (*Blade*).
4. Dalam penelitian ini memang hasil kecepatan angin yang di dapat kecil tetapi termasuk dalam golongan turbin angin kecepatan rendah (*low speed wind turbine*) , hal ini dikarenakan peneliti saat mengukur kecepatan angin hanya mengukur dengan ketinggian sekita 2 meter dari permukaan tanah

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indonesia. Energi Outlook and Stastistic. (2004). *Pengkajian Energi Universitas Indonesia*. UI: Depok.
- [2] Bachtiar, A., & Hayyatul, W. (2018). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 7(1), 34–45. <https://doi.org/10.21063/jte.2018.3133706>
- [3] Dita Anggraini. (2016). *Analisis Potensi Angin Di Pantai Baru Pandansimo Kabupaten Bantul*. September, 1–6. https://www.researchgate.net/profile/Dita_Anggraini4/publication/307973212_Analisis_Potensi_Angin_Di_Pantai_Baru_Pandansimo_Kabupaten_Bantul/links/57d4dfa208ae0c0081e6fd68/Analisis-Potensi-Angin-Di-Pantai-Baru-Pandansimo-Kabupaten-Bantul.pdf
- [4] Habibie, M. N., Sasmito, A., & Kurniawan, R. (2011). Kajian Potensi Energi Angin Di Wilayah Sulawesi Dan Maluku. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 12(2), 181–187. <https://doi.org/10.31172/jmg.v12i2.99>
- [5] Jayadi, D. H. (2008). Desain Modul Pengukuran Potensi Pompa Listrik Tenaga Angin (Studi Kasus Ptl-Angin Kapasitas 100 Watt) Jayadi,. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 287. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [6] Liun, E., Energi, P., Dalam, A., Kelistrikan, S., & Telah, I. (2011). *Potensi Energi Alternatif Dalam Sistem Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Energi Nuklir IV, 2011*. 311–322.
- [7] Nuarsa, M., Teknik, J., Fakultas, M., & Universitas, T. (2013). *Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal*. 3(1), 50–59.
- [8] Sam, A., Daud, P., Sam, A., & Patabang, D. (2005). Studi Potensi Energi Angin Di Kota Palu Untuk Membangkitkan Energi Listrik. *Jurnal SMARTek*, 3(1), 21–26. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/SMARTEK/article/view/336>

- [9] Sumiati, R., & Amri, K. (2014). Rancang bangun micro turbin angin pembangkit listrik untuk rumah tinggal di daerah kecepatan angin rendah. *Jurnal Teknik Mesin*, November, 1–5.
- [10] Yulianti, T., Nugrahini, D., & Sutrisna, E. (2009). *Studi Analisis Potensi Energi Angin Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Kawasan Meulaboh*. 10(1), 22–26.
- [11] Yunginger, R., & Nawir, N. S. (2015). Analisis Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Di Kota Di Gorontalo. *Universitas Negeri Gorontalo*, 15, 1–15.
- [12] Zulfadli, T., & Mulkan, A. (2019). *Studi kelayakan energi matahari – angin (hybrid) sebagai sumber daya pompa air untuk sistem pengairan di kawasan Aceh Besar (Visibility study of hybrid solar-wind energy to power up the pump for the irrigation system in the District of Aceh Besar)*. 17, 61–66.
- [13] Quaschning, V. (2005). *Understanding Renewable Energy Systems. First Published by Earthscan in the UK and USA in 2005*